

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ B25J 9/00 B25J 9/06		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2000년04월01일 10-0249419 1999년 12월 24일
(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-1998-0000931 1998년01월 15일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	특 1999-0065579 1999년08월05일
(73) 특허권자	한국과학기술연구원 박호군 서울특별시 성북구 하월곡동 39-1		
(72) 발명자	박중오 서울특별시 서초구 잠원동 한강아파트 1동 302호 이정훈 서울특별시 동작구 대방동 44-111 26/4 이종원 서울특별시 송파구 장실5동 아파트 514동 503호 김상균 서울특별시 동작구 신대방2동 360-88 이종일		
(74) 대리인	이종일		

심사관 : 최중일

(54) 인간근육 특성을 이용한 다자유도계 운동모듈

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 전자석 방식의 인조 근육 모듈의 개념도이다.
 도 2는 도 1의 구성의 분해 사시도이다.
 도 3은 도 1의 주요부인 전자석의 구체적인 구성도이다.
 도 4a 및 도 4b는 도 2의 작용에 대한 설명도이다.
 도 5는 본 발명의 실시예에 대한 구성도이다.
 도 6은 도 5의 본 발명의 운동모듈을 직렬연결한 구성도이다.
 도 7은 도 6의 움직임특성을 나타내는 상태도이다.
 도 8은 본 발명의 다자유도계 운동모듈의 다양한 움직임 상태도이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

- | | |
|------------------|--------------------|
| 10 : 제 1인조근육모듈 | 20 : 제 2인조근육모듈 |
| 30 : 제 3인조근육모듈 | 40 : 제 4인조근육모듈 |
| 50 : 지지심 | 60 : 제 1 위치고정막 |
| 70 : 제 2위치고정막 | 100 : 튜브 |
| 110, 140 : 코일고정구 | 120, 130 : 전자석 삽입구 |
| 200 : 와이어 | 300 : 코일 |
| 400 : 피자력체 | 500 : 고정간 |
| 510, 520 : 코일관통홀 | 600 : 전자석 |
| 610, 620 : 자력발생부 | 630 : 철심 |
| 700 : 제 1운동모듈 | 800 : 제 2운동모듈 |
| 900 : 제 3운동모듈 | |

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 인조 근육 모듈을 이용한 다자유도 운동모듈에 관한 것이다. 특히, 코일에 인가되는 전력에 의해 자화되는 전자석의 양단에 중앙에 피자력체를 고정 설치한 일정길이의 유연한 튜브를 씌워서 전자석의 흡인력을 이용하여 움직임을 구현하는 인조 근육 모듈 복수개를 위치고정막을 이용하여 병렬로 결합하여 다양한 움직임 특성을 구현할 수 다자유도 운동모듈에 관한 것이다.

산업 로봇의 발달과 더불어 기존의 단순한 자유도를 가지고 운동을 하던 산업 로봇 이외에도 현재에는 인간을 대신하여 다양한 작업을 수행할 수 있을 만큼의 많은 자유도를 갖는 다양한 목적의 원격 조정로봇과 휴먼로봇의 필요성이 대두되었고, 이에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있는 추세이다. 또한, 로봇공학의 잠재적인 이용분야로서 장애자의 대체 바이오 로봇팔이나 바이오 로봇다리 등에 관한 연구도 현재 계속해서 개발되어질 추세이다.

로봇의 다양한 움직임을 구현하기 위해서 일반적으로 사용되고 있는 링크와 관절로 이루어지는 다관절 팔이라 일컫는 메뉴플레이터가 사용된다. 로봇에 공급되는 에너지는 상기의 메뉴플레이터에서 실제적인 움직임으로 구현되는데 메뉴플레이터의 그 움직임을 실현시키는 매체가 필요하다. 이 것을 액츄에이터(Actuator)라고 한다. 로봇의 팔은 일반적으로 팔의 움직임을 직동과 회전을 자유로이 행할 수 있도록 구성된 관절과, 상기의 관절과 관절을 연결하여 움직임을 지지 또는 전달하는 링크와 상기의 링크에 제어기의 제어에 따라서 움직임 동력을 전달하는 액츄에이터로 구성된다.

상기의 액츄에이터는 움직임이 필요한 로봇의 팔을 구성하는 링크와 관절에 결합되어 동력을 전달하는 구조로서, 일반적으로 유압식, 전동식 및 기계식이 사용된다. 그러나 휴먼로봇과 같은 분야에서 좀더 다양하고 유연한 움직임을 구현하기 위해서는 상기의 로봇의 팔을 움직이는 액츄에이터가 이에 할당하게 유연성의 증대와 소형화되는 것이 필요하다.

상기와 같은 특성의 액츄에이터를 구현하기 위한 것 중에서 사람의 근육과 유사한 형상을 하여 그 근육을 구부리고 당기는 인조 근육 모듈로 구성하는 운동모듈로 하는 것이 가장 이상적이다. 즉, 인조 근육 모듈을 이용한 운동모듈은 상기한 다자유도 관절의 로봇에 사용되어 질 수 있어서, 원격조종 로봇의 조종자에게 가상힘을 제한시켜주는 마스터암의 액츄에이터로 사용되어 질 수 있고, 실제 임무를 수행하는 슬레이브 로봇의 액츄에이터로 사용되어 질 수 있다. 또한, 인조 근육 모듈을 이용한 운동모듈은 장애자의 대체 바이오 로봇팔이나 바이오 로봇다리 등의 운동모듈로 직접 사용되어질 수 있어서 인간 복지 증진의 차원에서 그 중요성이 더욱 커지고 있다.

상기와 같은 로봇의 팔을 움직이는 운동모듈로서는 1950대에 McKibben에 의해서 인조 수축 연구의 일환으로 개발된 공압식 인조 근육('Measurement and Modeling of McKibben Pneumatic Artificial Muscles' By Ching-Ping Chou, Blake Hannaford; Department of Electrical Engineering FT-10 University of Washington ;Seattle, Washington 98195)이 있다.

상기의 종래의 공압식 인조 근육의 운동모듈은 튜브형태의 셀 내부에 공기주머니를 넣고 양단을 묶어서 고정시키고 한쪽 끝으로 공기를 주입시켜서 그 공기주머니의 수축, 팽창에 따라 인장력을 발생시키는 구조이다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

그러나, 상기와 같은 종래의 공압식 인조 근육을 이용한 운동모듈은 1 자유도의 운동 특성만을 가지고 있으므로 다양한 움직임을 구현할 수 없고, 튜브형태의 인조근육에 공기를 불어넣어 그 튜브의 체적 팽창에 따른 인장력을 발생시키는 방식은 고압제어에 따른 딜레이와 튜브의 팽창에 걸리는 시간으로 인해 그 인조근육의 응답속도가 늦으며, 하나의 공압식 모듈로 하나의 운동모듈을 구성하므로 작동될 경우 기하학적인 간섭이 발생하고, 또한 전동모터를 채용하는 공압방식을 이용함으로써 부피를 줄이는데 한계가 있다는 문제점이 있다.

따라서, 본 발명은 상기의 종래 공압식 인조 근육을 이용한 운동모듈의 문제점을 해결하기 위하여 발명한 것으로서, 본 발명의 목적은 한쌍의 튜브내부 일정부분에 삽입되도록 코일이 감긴 전자석이 설치되고, 상기 전자석과 일정정도 이격되는 피자력체를 튜브내의 일정부분에 고정 설치하여, 상기 코일에 전류를 인가하면, 그 전자석이 자화되어 상기 튜브내부의 피자력체가 전자석으로 흡인되고, 이에 따라 한쌍의 튜브가 수축되는 로봇 등의 액츄에이터에 사용되는 전자석을 이용한 인조 근육 모듈 복수개를 위치고정막을 이용하여 병렬로 결합한 인간근육 특성을 이용한 다자유도 운동모듈을 제공하는데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 상기의 인간근육 특성을 이용한 다자유도 운동모듈 복수개를 직렬로 연결하여 자유도 더욱 높혀 변위특성을 높히는 운동모듈을 제공하는데 있다.

상기와 같은 본 발명의 기술사상으로는 한쌍의 유연한 튜브와, 상기 한쌍의 튜브 내부에 일정 길이 부분이 각기 삽입 설치되는 전자석과, 상기 전자석에 권선되는 코일과, 상기 튜브 내부의 일정부위에 고정 설치되어 상기 전자석으로부터 자력을 받는 피자력체가 구비되어, 상기 코일에 전류가 흐르면 상기 전자석이 자화되고, 이에 따라 피자력체에 흡인력을 작용하여 상기 튜브가 전자석의 중심부로 흡인됨으로서 수축 작용하는 구성의 전자석을 이용한 인간 근육 모듈 복수개를 위치고정막으로 병렬로 결합하는 운동모듈을 제시한다.

또한, 상기의 운동모듈을 사용상의 필요에 따른 복수개를 직렬로 결합한 구성의 변위특성을 향상시킨 운동모듈을 제시한다.

발명의 구성 및 작용

이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예의 구성 및 그 작용을 상세히 설명하고자 한다.

도 1은 본 발명의 인간근육 특성을 이용한 운동모듈의 실시예를 설명하기 위한 것이다. 전자석의 양측으

로 유연한 튜브가 끼워진 전자석을 이용한 제 1 인조 근육 모듈(10), 제 2 인조 근육 모듈(20), 제 3 인조 근육 모듈(30) 및 제 4 인조 근육 모듈(40) 4개의 인조 근육 모듈과, 상기의 4개의 인조 근육 모듈 중앙에 인조 근육 모듈과 같은 길이방향으로 위치시킨 탄성력이 있고 유연한 고무와 같은 재질의 지지심(50)과, 상기의 4개의 인조 근육 모듈과 지지심(50)을 일체로 하여 병렬로 결합시키기 위한 제 1 위치고정막(60)과 제 2 위치고정막(70)으로 구성된다.

상기의 인조 근육 모듈은 도 2에 도시한 바와 같은 구성을 하고 있다. 도 2에 도시한 본 발명의 주요부인 인조 근육 모듈에 대하여 설명하기로 한다.

동력원으로부터 인가되는 전력이 전달되는 코일(300)에 의해서 자력을 발생하는 일정 길이의 전자석(600)과, 상기 전자석(600)의 양단을 씌우는 일정길이의 유연한 튜브(100)와, 그 튜브(100)의 중앙에 고정 설치되는 피자력체(400)와, 상기의 전자석(600)의 양단을 씌우고 있는 튜브(100)를 연결하여 상기의 양 튜브(100)에서 전자석(600)이 이탈되지 않도록 하는 다수의 와이어(200)와, 상기의 전자석(600)의 중앙에 고정 부착하여 전자석(600)이 양 튜브(100)의 내측으로 삽입되는 길이가 일정하게 되도록 하는 고정간(500)으로 구성되고, 상기의 코일(300)에 인가되는 전력에 따라 자화된 상기의 전자석(600)에 의해 쇠구슬(400)이 당겨져서 상기의 전자석(600)의 양단이 양 측의 튜브(100) 내로 삽입되어 당겨져서 모듈이 수축되도록 한 것이다.

도 3은 상기 전자석을 이용한 인조 근육 모듈을 이해하기 쉽게 도시한 분해 사시도이다. 도 3은 상기 전자석을 이용한 인조 근육 모듈을 구성하고 있는 주요부분인 전자석의 구조를 구체적으로 도시한 것이다.

도 3에 도시된 바와 같이, 전자석을 이용한 인조 근육 모듈은 외주의 일정부위에 코일고정구(110,140)가 돌출 설치된 유연한 재질의 튜브(120,130)가 일정정도의 길이를 가지고 전자석(600)의 양단에 설치된다.

또한, 상기 각 튜브(120,130)의 단부를 플렉시블한 복수개의 와이어(200)로서 고정 연결한다. 이로써, 상기 양 튜브(120,130)는 좌우측으로 이동할 수 있게 된다.

또한, 상기 각 튜브(120,130)내에는 전자석(600)의 양단이 각기 일정부분 삽입되도록 설치되어, 상기 전자석(600)의 양단이 각기 상기 튜브(120,130) 내에서 왕복 피스톤운동이 가능하도록 한다.

또한, 상기 전자석(600)에는 도 3에 도시한 바와 같은 튜브(120,130)의 외주면에 설치된 코일고정구(110,140)를 관통한 코일이, 도 4에서와 같이 최우측단에서부터 최좌측단으로 다수회 권선된다. 상기 좌측단에서 권선이 끝난 코일은 다시 다른 튜브의 외주면을 돌아 코일고정구를 관통한 후, 다른 전자석에 동일하게 권선된다.

또한, 상기 전자석(600)의 중앙부에는 일정부위에 코일관통홀(510,520)이 다수개 형성된 고정간(500)을 고정 설치하여 상기 코일을 안내한다. 상기 고정간(500)의 외주원은 상기 튜브의 내주원보다 크게 제작함으로써, 상기 전자석(600)이 특정의 튜브(110 또는 120) 내로 치우치는 것을 방지한다. 즉, 상기 전자석(600)에는 튜브의 외주면에 설치된 코일고정구를 관통한 코일이 상기 고정간(500)의 코일관통홀(520)을 통과하여 최우측단으로 권선된 후, 상기 코일은 상기 고정간(500)의 코일관통홀(510)구를 관통하여 다른 튜브의 코일고정구를 관통하도록 한다.

또한, 상기 각 튜브의 일정부위에는 피자력체가 고정 설치되어, 상기 전자석(600)이 자화되었을 경우 전자석의 자력에 의해 흡인력을 받아 이동하게 되고, 이와 고정된 튜브도 연동하여 이동하게 된다. 상기 피자력체는 쇠철편으로 설치될 수 있으나, 그 튜브의 유연성을 해치지 않기 위하여 쇠구슬로 구성될 수 있다.

이상과 같은 인조 근육 모듈의 구성에 대한 그 작용을 살펴보면 다음과 같다. 도 5a 및 도 5b는 상기 인조 근육 모듈의 작용을 설명하기 위한 도면이다.

도 5a에서와 같이, 코일에 전류 I가 흐르면, 상기 전자석은 그 코일의 권선으로 인하여 자화된다. 즉, 오른나사의 법칙에 의하여 상기 전자석의 좌측이 N극이 되고 우측이 S극이 되어 자속은 좌측에서 우측으로 생성되게 된다. 이와 같은 작용에 따라 튜브내에 고정 설치된 피자력체가 상기의 전자석의 자력에 의해 흡인력을 받게 된다. 그 흡인력을 받는 좌측 피자력체는 화살표 P방향으로 그 자력의 크기만큼 이동하게 되며, 상기 우측 피자력체 또한, 화살표 Q방향으로 이동하게 된다.

상기 피자력체가 고정된 각 튜브 또한, 상기 피자력체와 연동하여 각기 화살표 P, Q 방향으로 이동하게 된다.

즉, 5a에서 각 튜브의 양단거리가 d_1 이었을 때, 상기 전자석의 코일에 전류가 도통되었다면, 상기 튜브는 각기 전자석의 방향으로 이동하여 도 4b에서와 같이 그 거리가 d_2 로 수축되게 되는 것이다.

상기 각 튜브를 연결하는 와이어(200)는 유연하게 제작됨으로서 상기와 같은 동작시 각기 외부로 볼록하게 굽혀지게 된다.

이와 같이, 전류 I의 값에 따라 흡인력이 달라지게 되고, 그에 따라 상기 튜브의 수축률이 달라지며, 이는 곧 전류 I의 값에 따라 파워가 달라진다는 것을 의미한다.

상기와 같은 구성과 움직임 특성을 갖는 전자석을 이용한 인조 근육 모듈을 사용한 도 1에 도시한 바와 같은 본 발명의 다자유도계 운동모듈은, 4개의 인조 근육 모듈(10,20,30,40)을 병렬로 구성하고 있으므로 단일 인조 근육 모듈이 수축작용만을 할 수 있었던 것에 반해, 코일을 통한 전력공급에 의해서 어떠한 방향으로든 움직임이 가능하다.

각 방향으로의 움직임 작용에 대해서 살펴보면, 제 1 인조근육 모듈에만 전원이 공급되면 제 1 인조 근육 모듈의 앞에서 설명한 바와 같이 수축작용을 하므로 전체 운동모듈이 제 1 인조 근육 모듈의 방향으로 구부러지는 움직임을 구현한다. 마찬가지로 제 2, 3, 4 인조 근육 모듈에 각각 전원을 공급했을 때에

는 전원이 공급된 인조 근육 모듈이 위치한 방향으로 구부러지는 움직임이 구현된다.

그리고 제 1, 2 인조 근육 모듈에만 전원을 공급한 경우에는 역시 전원 공급을 받은 제 1, 2 인조 근육 모듈이 수축작용을 하므로 제 1, 2 인조 근육 모듈이 위치한 방향으로 구부러지는 움직임을 구현한다. 또한 제 2, 3 인조 근육 모듈, 제 3, 4 인조 근육 모듈, 제 4, 1 인조 근육 모듈에 각각 전원이 공급되면 그 방향으로 움직임이 구현된다.

또한, 제 1 인조 근육 모듈과 제 2 인조 근육 모듈에 전원을 공급하되 공급하는 전압에 차이를 두면 높은 전압이 인가된 측의 인조 근육 모듈은 전자석의 자력이 강해져서 상기의 피자력체를 당기는 힘이 크므로 수축작용이 커지고, 이에 대해서 낮은 전압이 인가된 측은 수축작용이 작아지므로 높은 전원을 공급받은 측으로 더 치우쳐서 구부러지는 움직임을 구현한다. 예를 들면, 제 1 인조 근육 모듈보다 제 2 인조 근육 모듈에 높은 전압을 인가하면 운동모듈이 제 1, 2 인조 근육 모듈측으로 구부러지되 제 2 인조 근육 모듈측 방향으로 더 치우쳐서 구부러진다. 다른 측의 인조 근육 모듈에 대해서도 공급전압에 차이를 두고 인가함으로써 희망하는 모든 방향으로 운동모듈을 움직일 수가 있다.

또한, 4개의 인조 근육 모듈의 중앙에 탄력성있는 지지심(40)이 위치고정막(60,70)에 의해서 인조 근육 모듈과 일체로 고정 설치되어 있으므로 운동모듈이 어느 방향으로든 움직임 동작을 한 후, 전원공급이 차단되면 상기의 지지심의 탄성 회복력에 의해서 원래의 위치로 되돌아와서 다음 움직임 제어를 대기하도록 작용할 수 있다.

도 6은 상기의 도 1의 본 발명의 다자유도계 운동모듈 복수개를 직렬로 연결한 구조의 다자유도계 운동모듈을 이용한 직렬연결체이다.

도 1에 도시한 바와 같은 구성 및 작용을 구현하는 다자유도계의 제 1 운동모듈(700)과 동일한 구성의 제 2 운동모듈(800), 제 3 운동모듈(900)을 직렬 연결한 구성이다. 연결방법은 운동모듈과 운동모듈이 접합되는 측의 각 튜브단을 유연한 다수개의 와이어로 결합한다. 이 경우 전원 공급이 되는 코일은 상기 직렬연결체 운동모듈을 구성하고 있는 각각의 인조 근육 모듈에 대하여 독립적으로 전원이 공급될 수 있도록 하거나 길이방향으로 결합된 운동모듈의 각 열단위로 전원을 동시에 공급할 수 있도록 구성할 수 있다.

또한 상기의 직렬연결체의 지지심은 각 운동모듈마다 분리되어 설치된 것이 아니고, 하나의 탄력 지지심으로 구성된다.

도 7은 도 2의 본 발명의 다자유도계 운동모듈을 이용한 직렬연결체의 다양한 움직임 특성을 설명하기 위한 도면이다. 움직임 특성은 앞에서 설명한 다자유도계 운동모듈의 움직임 특성과 동일하지만, 다수개의 운동모듈을 결합한 것이므로 수축력의 강화되고, 변위를 증대시킨 것이 특징이다.

도 8은 본 발명의 다자유도계 운동모듈을 직렬로 결합한 직렬연결체의 다양한 움직임중 스네이크 모션에 대한 시뮬레이션도이다. 운동모듈을 구성하는 각각의 인조 근육 모듈에 전원을 독립적으로 공급할 수 있도록 구성한 직렬연결체에 도시하지 않은 제어기의 제어에 의해서 도 8과 같은 스네이크 모션을 구현할 수 있다. 따라서 상기와 같은 스네이크 모션으로 스스로 움직일 수 도 있고, 파이프 속과 같은 장소에서 도 자유롭게 동작할 수 있는 액츄에이터를 구현할 수 있다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명은 전자석을 이용한 인조 근육 모듈 복수개를 탄력성 있는 지지심으로 지지하고, 위치고정막을 사용하여 상기 복수개의 인조 근육 모듈과 지지심을 일체로 고정한 구성을 갖는 운동모듈을 구현함으로써, 그 움직임에 있어서 전자기력을 이용하여 응답속도가 빠르고, 상기 운동모듈을 구성하는 각 인조 근육 모듈에 전원을 개별적으로 공급하여 희망하는 방향으로 구부러지도록 하는 다자유도를 구현할 수 있고, 단위마다 소형의 모듈이므로 이들 모듈의 복수개를 직렬로 연결하여 그 유연성과 변위를 증대시킬 수 있고, 상기의 운동모듈의 직렬연결체에서 각 모듈마다 독립적으로 전원을 공급할 수 있도록 구성하여 스네이크 모션과 같은 다양한 움직임 특성을 실현할 수 있으므로 기존의 액츄에이터등이 할 수 없었던 좁은 파이프 내부와 같은 장소에서도 자유롭게 동작을 할 수 있는 다자유도를 구현할 수 있는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

다양한 움직임을 구현할 수 있는 인조 근육 모듈을 이용한 운동모듈에 있어서,

전자석을 이용한 복수개의 인조 근육 모듈과,

상기 복수개의 인조 근육 모듈 중앙에 인조 근육 모듈과 같은 길이방향으로 위치시킨 탄력성이 있고 유연한 재질의 지지심과,

상기의 복수개의 인조 근육 모듈과 지지심을 일체로 하여 병렬로 결합시키기 위한 위치고정막을 포함하는 인조근육 특성을 이용한 다자유도계 운동모듈.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기의 인조 근육 모듈은 코일이 권선된 전자석과,

상기의 전자석의 양단에 끼워지고 와이어로 상호 연결되는 유연한 재질의 튜브와,

상기 전자석이 양측의 튜브 중 어느 한측으로 치우쳐서 삽입되는 것을 방지하기 위해서 전자석의 일정부위에 고정 설치되는 상기 튜브의 직경보다 큰 고정간과,

상기 튜브 내부의 일정부위에 고정 설치되어 상기 전자석으로부터 자력을 받는 피자력체가 구비되어,
상기 코일에 전류가 흐르면 상기 전자석이 자화되고, 이에 따라 피자력체에 흡인력을 작용하여 상기 튜브가 전자석의 중심부로 흡인됨으로서 수축작용하는 것을 특징으로 하는 인간근육 특성을 이용한 다자유도계 운동모듈.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기의 튜브에 고정 설치되는 비자력체는 튜브의 유연성을 방해하지 않는 구형상인 것을 특징으로 하는 인간근육 특성을 이용한 다자유도계 운동모듈.

청구항 4

전자석을 이용한 복수개의 인조 근육 모듈과,

상기 복수개의 인조 근육 모듈 중앙에 인조 근육 모듈과 같은 길이방향으로 위치시킨 탄성력이 있고 유연한 재료의 지지심과,

상기의 복수개의 인조 근육 모듈과 지지심을 일체로 하여 병렬로 결합시키기 위한 위치고정막을 포함하는 인간근육 특성을 이용한 다자유도계 제 1 운동모듈과,

상기의 제 1 운동모듈과 동일한 구성의 복수개의 운동모듈을 직렬로 결합하여 유연성과 변위를 증대시킨 것을 특징으로 하는 인간근육 특성을 이용한 다자유도계 운동모듈.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기의 인조 근육 모듈은 코일이 권선된 전자석과,

상기의 전자석의 양단에 끼워지고 와이어로 상호 연결되는 유연한 재료의 튜브와,

상기 전자석이 양측의 튜브 중 어느 한측으로 치우쳐서 삽입되는 것을 방지하기 위해서 전자석의 일정부위에 고정 설치되는 상기 튜브의 직경보다 큰 고정간과,

상기 튜브 내부의 일정부위에 고정 설치되어 상기 전자석으로부터 자력을 받는 피자력체가 구비되어,

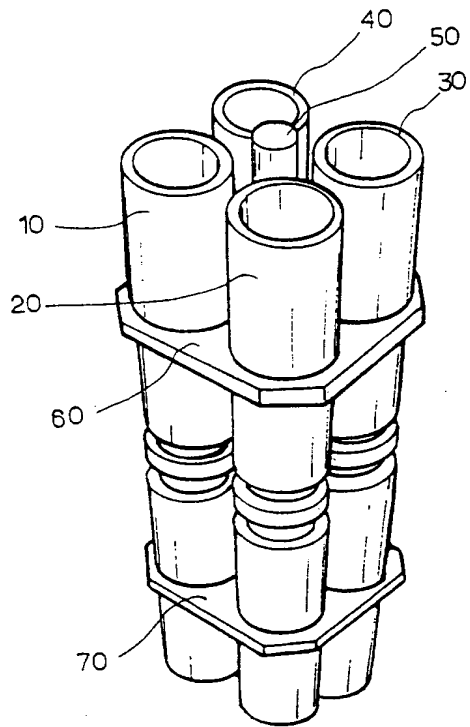
상기 코일에 전류가 흐르면 상기 전자석이 자화되고, 이에 따라 피자력체에 흡인력을 작용하여 상기 튜브가 전자석의 중심부로 흡인됨으로서 수축작용하는 것을 특징으로 하는 인간근육 특성을 이용한 다자유도계 운동모듈.

청구항 6

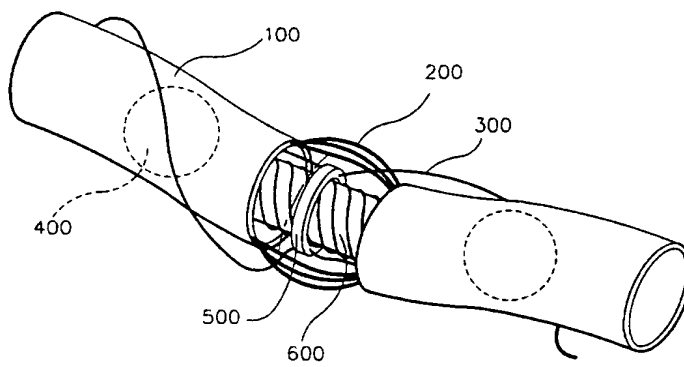
제 5 항에 있어서, 상기의 튜브에 고정 설치되는 비자력체는 튜브의 유연성을 방해하지 않는 구형상인 것을 특징으로 하는 인간근육 특성을 이용한 다자유도계 운동모듈.

도면

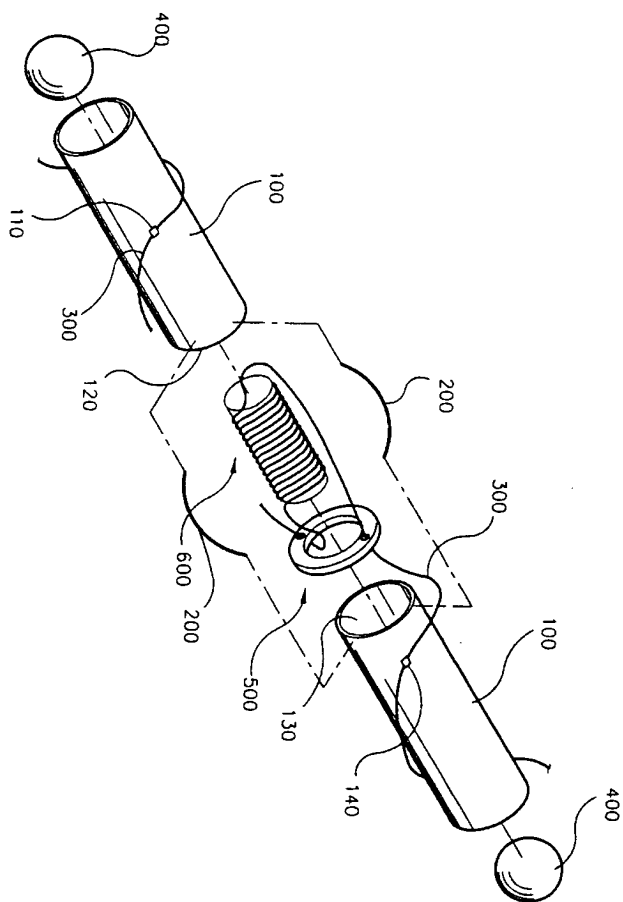
도면1



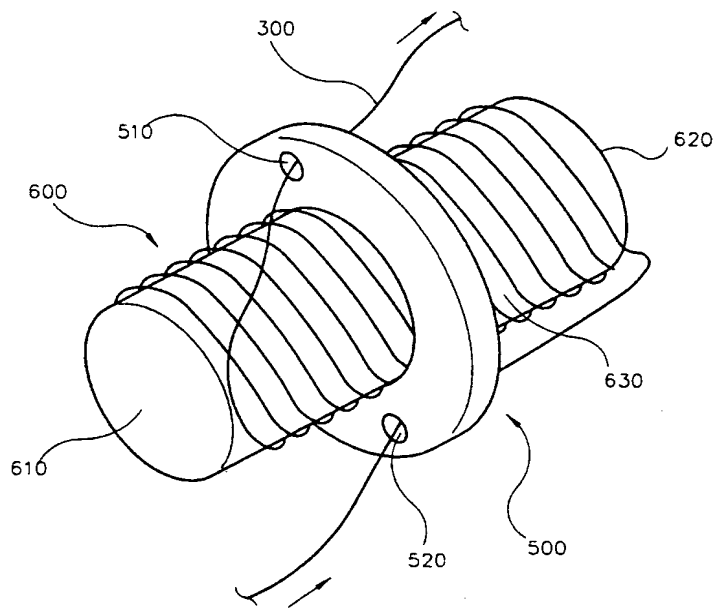
도면2



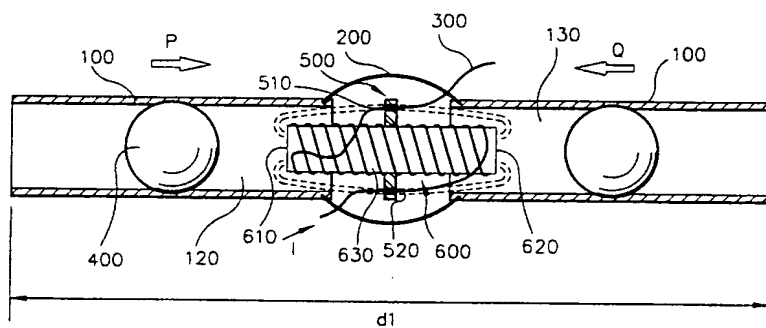
도면3



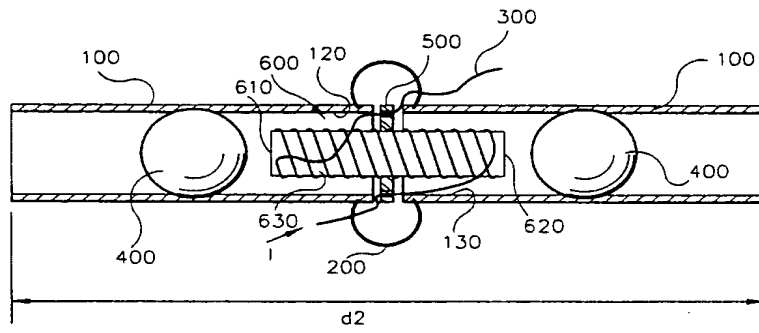
도면4



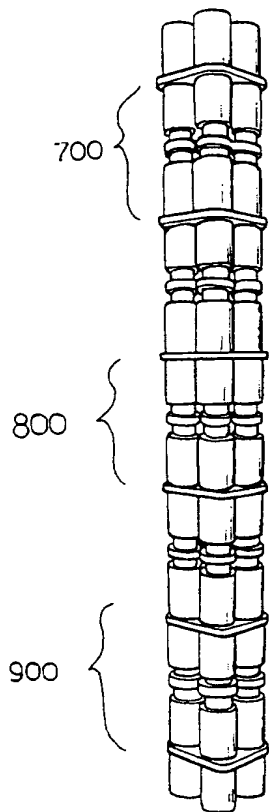
도면5a



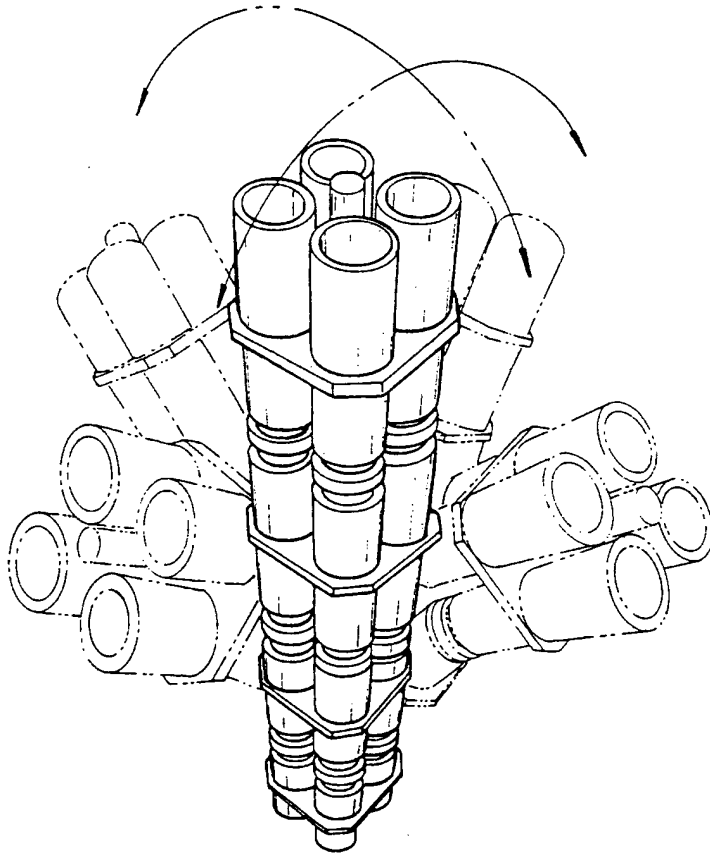
도면5b



도면6



도면7



도면8

